

PAT-NO: JP406050824A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 06050824 A

TITLE: TEMPERATURE SENSOR AND MANUFACTURE
THEREOF

PUBN-DATE: February 25, 1994

INVENTOR-INFORMATION:
NAME
HASEGAWA, TOSHIAKI

ASSIGNEE-INFORMATION:
NAME COUNTRY
SONY CORP N/A

APPL-NO: JP04205585

APPL-DATE: July 31, 1992

INT-CL (IPC): G01K007/34, G01K013/00 , H01L021/66

US-CL-CURRENT: 374/100

ABSTRACT:

PURPOSE: To measure a temperature distribution with high sensitivity and accurately.

CONSTITUTION: On a substrate 21, a first wiring 23 and a second wiring 24 are provided so that they are opposed to each other through a through hole of an insulating film 22 interlaid between the two wirings, and a metal plug 26 is provided in the through hole 25 in such a manner that it connects to the first wiring and forms a gap (g) from the second wiring. A change of the gap (g) due

to temperature is measured as a change in capacitance or
tunnel current and
thereby the temperature is detected.

COPYRIGHT: (C)1994,JPO&Japio

(19)日本国特許庁(J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-50824

(43)公開日 平成6年(1994)2月25日

(51)IntCl ⁵	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 1 K 7/34		7267-2F		
	13/00	7267-2F		
H 0 1 L 21/66		Z 8406-4M		

審査請求 未請求 請求項の数6(全 8 頁)

(21)出願番号 特願平4-205585

(22)出願日 平成4年(1992)7月31日

(71)出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72)発明者 長谷川 利昭

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内

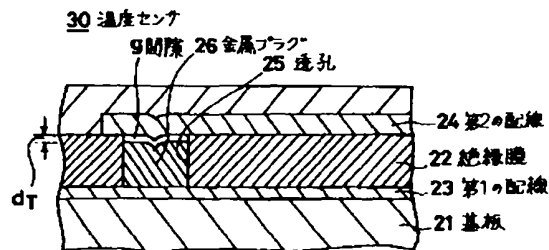
(74)代理人 弁理士 松隈 秀盛

(54)【発明の名称】 温度センサとその製法

(57)【要約】

【目的】 高感度に正確に温度分布の測定を行うことができるようにする。

【構成】 基板21上に第1の配線23と第2の配線24とを両者間に介在させた絶縁膜22の透孔を通じて対向するように透孔25内に金属プラグ26を第1の配線と接続し第2の配線と間隙gを形成するように設け、間隙gの温度による変化を静電容量あるいはトンネル電流の変化として測定して温度検出を行う。



本発明温度センサの例の断面図

【特許請求の範囲】

【請求項1】 絶縁膜を介して第1の配線と第2の配線とが、少くとも上記絶縁膜に穿設された透孔において対向するように配置され、

上記透孔内に、上記第1の配線に電気的に接続された金属プラグが設けられ、
該金属プラグと上記絶縁膜との熱膨張率差に基づく温度による上記金属プラグと上記第2の配線との間の間隙の変化ないしは間隙の発生による静電容量を検出して温度測定を行うことを特徴とする温度センサ。

【請求項2】 絶縁膜を介して第1の配線と第2の配線とが少くとも上記絶縁膜に穿設された透孔において対向するように配置され、

上記透孔内に、上記第1の配線に電気的に接続された金属プラグが設けられ、
該金属プラグと上記絶縁膜との熱膨張率差に基づく温度による上記金属プラグと上記第2の配線との間の間隙の変化ないしは間隙の発生によるトンネル電流を検出して温度測定を行うことを特徴とする温度センサ。

【請求項3】 請求項1または2に記載の温度センサを、複数個共通の基体に配列したことを特徴とする温度センサ。

【請求項4】 金属プラグを化学的気相成長法によって形成することを特徴とする請求項1、2または3に記載の温度センサの製法。

【請求項5】 金属プラグを金属の選択成長法によって形成することを特徴とする請求項1、2または3に記載の温度センサの製法。

【請求項6】 金属プラグの熱収縮によって該金属プラグと上記第2の配線との間に間隙を形成するようにしたことを特徴とする請求項1、2または3に記載の温度センサの製法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、温度センサに係わる。

【0002】

【従来の技術】各種半導体装置の製造に用いられる装置、例えば成膜装置の例えばCVD（化学的気相成長）装置あるいはスパッタ装置、エッチング装置等においては、その温度制御が各装置における処理に大きな影響を及ぼす。

【0003】通常のCVD装置等においては、その被処理のウェファを載置するサセブタに複数の熱電対等の温度センサが設けられて、その測定ないしは温度監視が行われるようになされている。ところが、實際上この載置台すなわちサセブタ上における温度分布とこれの上にウェファを載せて目的とするCVD等の処理を行う場合におけるウェファの表面での温度分布は対応しない。

【0004】特にCVD装置においては、その温度制御が正確に行われる必要があることから、実際のCVD処

理時でのその被処理基板例えばSi半導体ウェファ表面における温度分布を正確に知る必要があり、ことに新しい装置をその製造ラインに導入した場合において、あるいはすでに使用している装置においても定期的にこの装置における経時変化による温度特性を把握する上で、目的とするCVD装置等に先立って実際にこれら装置例えばCVD装置内に配置したSi半導体ウェファ上における温度分布を予め知る必要がある。

【0005】通常、この測定は例えば図11にその上面図を示し、図12にその要部の断面図を示すように、例えばCVD装置においてその温度分布の測定を行わんとする場合CVDを行うべき被処理基板の例えばSiウェファと同一材料、寸法形状を有する測定モニタ用の基板1すなわち例えばSiウェファを用意し、その表面に所要の配置をもって複数の熱電対2をAl₂O₃セメントによって取着し、この状態で目的とする例えばCVD装置内に配置してCVD処理時と同条件下で加熱してそのCVD処理時における被処理ウェファ表面に対応する温度を測定するという方法が採られる。

【0006】しかしながら、このような熱電対を基板1上に配置することは、その配置数に制約があり、充分高い精度をもって基板上におけるしたがって目的とする半導体ウェファ上での温度分布の測定を行うことができないという問題がある。

【0007】さらにこの温度測定時において、その加熱によって半導体ウェファへの特性に影響を及ぼす不純物の放出が生じ、これらCVD装置内を汚損し、次に本来のCVD処理を行った場合において不純物の取り込みがなされて得られたCVD膜の膜質、電気的特性が不安定となるなど、不良品の発生、特性の劣化等の不都合を来す。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、上述した各種加熱あるいは冷却を伴う例えば半導体装置の製造に用いるCVD装置等において、このCVD装置内における被処理体例えば半導体ウェファの表面上の温度を正確に、またそのウェファ上の多数の密なる測定点をもってしたがって正確な温度分布の測定を行うことができるようにし、さらに半導体等への不純物の発生等の恐れを回避することのできる温度センサとその製法を提供する。

【0009】

【課題を解決するための手段】第1の本発明は、図1にその一例の略線的断面図を示すように、SiO₂、SiN等より成る絶縁膜22を介して第1の配線23と第2の配線24とを、少くとも絶縁膜22に穿設した透孔25において対向するように配置する。

【0010】そして絶縁膜22の透孔25内に第1の配線23に電気的に接続された金属プラグ26を設け、この金属プラグ26と、絶縁膜22との熱膨張率差に基づく温度による金属プラグ26と第2の配線24との間の

間隙 g すなわちギャップの変化ないしは間隙 g の発生による静電容量を検出して温度測定を行う。

【0011】第2の本発明は図1にその一例の略線的断面図を示すように、絶縁膜22を介して第1の配線23と第2の配線24とを、少くとも絶縁膜22に穿設した透孔25において対向するように配置する。

【0012】そして、絶縁膜22の透孔25内に第1の配線23に電気的に接続された金属プラグ26を設け、この金属プラグ26と絶縁膜22との熱膨張率差に基づく温度による金属プラグ26と第2の配線24との間の間隙 g すなわちギャップの変化ないしは間隙 g の発生によるトンネル電流を検出して温度測定を行う。

【0013】また、第3の本発明においては、図2に示すように上述の構成による温度センサ30を複数個共通の基板すなわちモニタ用の基板21上に配列形成する。

【0014】第4の本発明は、上述の構成における金属プラグ26をCVD（化学的気相成長法）によって形成する。

【0015】第5の本発明は、金属プラグ26をその金属の選択成長法によって形成する。

【0016】第6の本発明は、金属プラグ26に熱収縮を生じさせてこれと第2の配線24との間に間隙 g が生ずるようにする。

【0017】

【作用】本発明においては、絶縁材に比して金属の熱膨張率は一般的に極めて大きいこと、つまり温度変化によって絶縁膜22に比して金属プラグ26が著しく体積膨張ないしは収縮することを利用し、この金属プラグ26*

$$\begin{aligned} \Delta C &= \frac{\epsilon_0 S}{d_r} - \frac{\epsilon_0 S}{d_0} \\ &\sim \frac{-\epsilon_0 S \Delta d}{d_0^2} \quad (\Delta d = d_r - d_0) \\ &= \frac{\epsilon_0 S}{d_0^2} \alpha \cdot L_0 (T - T_0) \quad (\Delta d = -(L_r - L_0)) \end{aligned}$$

となる。この式から静電容量の変化量は温度に比例した量となる。

【0019】そして上述したように本発明においては、絶縁膜22を介して第1及び第2の配線23及び24を絶縁膜22に穿設した透孔25を通じて対向するようにし、絶縁膜22の透孔25内に一方の第1の配線23に電気的に連結する金属プラグ26を設け、これと第2の配線24との間の間隙 g が温度変化によって変化することを静電容量あるいはトンネル電流の変化によってその温度を検出するようにしたので共通のモニタ基板21に対して多数の温度センサ30を同時に高密度に形成することができることから、正確にウェファの全域にわたつ※50

*と第2の配線24との間の間隙 g を高感度に変化させ、この間隙の変化、即ち温度の変化を静電容量の変化として検出ないしは測定をする。あるいは第1及び第2の配線23及び24間に所定の電圧を印加することによって間隙 g でのトンネル電流の発生及びその大小によって間隙 g の大小、したがって温度の検出ないしは測定する。したがって、高感度の温度センサとして差動することができる。

【0018】今静電容量についてみると、上述したように温度が上昇すると金属プラグ26は著しく膨張するに比し、例えば SiO_2 あるいは SiN 等よりなる絶縁膜22はほとんど膨張しない。したがって、間隙 g は小さくなり静電容量は増加するものである。次に温度変化によって増加するこの静電容量をみると、今、金属プラグの長さを L_r 、測定する温度での金属プラグ26の長さを L_0 、プラグの断面積を S 、室温での間隙（ギャップ）長を d_0 、測定する温度でのギャップ長を d_r 、金属プラグ26の構成金属の線膨張係数を α 、測定温度を T 、室温を T_0 、間隙 g における誘電率を ϵ_0 とすると静電容量の変化は次のように求められる。ここに線膨張係数 α は、

【数1】

$$\alpha = \frac{1}{L_0} \cdot \frac{L_r - L_0}{T - T_0}$$

であるから、容量変化量 ΔC は、

【数2】

※での温度分布を測定することができる。

40 【0020】

【実施例】図1を参照して本発明による温度センサの一例を示す。本発明においては、温度検出を行う例えばCVD装置においてそのCVD処理を行わんとする基板例えば Si 半導体ウェファと同一材料、寸法形状を可とする例えば Si ウェファよりなるモニタ用の基板21を用意する。

【0021】この基板21の上に AlSi 、 Cu 、 W 、 Al 、 Ti 等の金属層よりなる第1の配線23を形成し、これの上に透孔25が穿設された例えば厚さが十数ないしは数百 μm の SiO_2 、 SiN 等よりなる絶縁膜

5

22を介して、これの上に上述した第1の配線23と同様の各種金属よりなる第2の配線24を少くとも透孔25を介して第1の配線23とその一部が対向するように形成する。

【0022】透孔25内には、絶縁膜22に比して充分熱膨張率の大なる金属例えばW、Cu、AlSi等の金属プラグ26を、第2の配線24との間に例えば室温で所要のギャップ長 d_1 の間隙 g が生ずるように形成する。

【0023】このようにして構成する温度センサ30は、図2にその平面図を示すように共通の基板21上に所要の配置の分布をもって多数個、図示の例えば17個同時に配列形成する。

【0024】そして、各温度センサ30に関して例えば第1の配線23を共通にし第2の配線24をそれぞれ所要のパターンに形成し、基板21の一部に導出する。

【0025】本発明による温度センサの一例を、図3〜図6を参照してその製造方法の一例と共に詳細に説明する。

【0026】図3Aに示すようにモニタ用基板21例えばSiウェファ上に第1の配線23を形成する。この第1の配線23は例えばSi3%含有のAlSiを全面スパッタによって形成し、例えば所要のパターンに、フォトリソグラフィによる選択的エッチングする。

【0027】図3Bに示すように、第1の配線23上を含んで全面的に例えばSiN、SiO₂よりなる絶縁膜22を例えば11 μ mの厚さにプラズマCVDによって形成する。

【0028】図3Cに示すように、絶縁膜22に対して例えば反応性イオンエッチングによって例えば1辺が10 μ m正方形パターンの透孔25を穿設する。

【0029】図4Aに示すように、この透孔25内を含んで全面的に金属層31例えばAlSiを高温スパッタによって形成する。

【0030】図4Bに示すように、金属層31に対して例えばマイクロ波エッチング装置を用いてBCl₃と、Cl₂の混合ガスを用いて全面的にエッチバックを行い、絶縁膜22の透孔25以外の金属層31をエッチング除去する。この場合、例えば透孔25内に透孔25の厚さより小さい厚さをもって金属層31が残されるようにしてこれによって金属プラグ26を形成する。

【0031】図4Cに示すように、金属プラグ26上の透孔25内を埋め込んで全面的に充填材32を塗布する。この充填材32は、金属プラグ26あるいは後述する第2の配線等に対して浸すことのないエッチング液によって容易に溶去することができ、かつ透孔25内を良好に埋め込むことのできる例えば低融点ガラスいわゆるSOG（スピン・オン・グラス）を用いる。

【0032】図5Aに示すように、充填材32例えばSOGを平行平板プラズマエッチング装置を用いてCHF

6

3のエッチングガスによって全面的エッチバックを行う。このエッチバックは、透孔25内において、金属プラグ26上に所要の厚さをもって充填材32が残存する位置まで行う。

【0033】図5Bに示すように、例えば同様に3%Si含有のAlSiをスパッタ等によって例えば1 μ mの厚さに金属層33を全面的に形成する。

【0034】図5Cに示すように、金属層33に対してフォトリソグラフィによる選択的エッチング等を行って所要のパターン、特にその一部が絶縁膜22の透孔25を通じて下層の第1の配線23と対向する第2の配線24を形成する。

【0035】この場合、その第2の配線24は図6にその平面図を示すように例えばその幅を透孔25の幅より小に選定して第2の配線24によって充填材32の少くとも一部が覆われることがないようにする。そして、充填材32を、その第2の配線24から露出した部分から、金属プラグ26及び第2の配線24を浸すことのないエッチング液例えばBHF水溶液をもって溶去する。

【0036】尚、必要に応じて第2の配線24を覆って図示しないが保護膜をコートすることができる。

【0037】このようにすれば図1でその断面図を示したように金属プラグ26と第2の配線24との間に充填材32が除去されて生じた間隙 g が生ずる。

【0038】このようにして基板21上に、第1の配線23と第2の配線24が絶縁膜22を介してかつその透孔25において少くともその一部が対向するように、また透孔25内には第1の配線23に電気的に接続された金属プラグ26が形成され、さらにこの金属プラグ26と第2の配線24との間に所要の間隙 g が形成された目的とする本発明による温度センサ30が構成される。

【0039】そして、この場合基板21には図2で説明したように多数の温度センサ30を同時に同一工程をもって平行に配置することができ、その配線例えば第2の配線24を基板21の一例例えばファセット部に導出し、ここにおいてコネクタ40を介してリード41によって各配線を電気的に外部に導出し、図7に示すように、それぞれスイッチャ例えばリレースイッチに連結される。このスイッチャ42には電源線43が接続され、さらに例えばコントロール信号とデータ信号が線路44によって供給されて各温度センサ30からの静電容量あるいはトンネル電流によって検出信号を順次選り出して読み出す。

【0040】また、上述した方法においては、金属プラグ26の形成する金属層31を高温スパッタによって形成した場合であるが、これを例えばCVD法によって形成したタングステンWによって構成することもできる。すなわち、図8に示すように、透孔25内の底面及び側壁から、逐次成膜するようにして必要に応じて例えばTiNのバリア層50を介してこれの上にW金属層31を

CVD法によって透孔25内を埋め込むように形成し、その後は図4～図6で説明したと全く同様の方法を取って図1で示す温度センサ30を構成することができる。

【0041】さらに、またこの金属プラグ26としては例えばWあるいはCuの選択CVDによって図9に示すように形成することができる。

【0042】例えばWの選択CVDは、 WF_6 を原料ガスとして用い、これがシリコンSiあるいは金属に対してはこれによる還元作用によってW層としてよく成長するが絶縁膜22を構成する例えば SiO_2 に対してはほとんど成長しないことを利用して絶縁膜22上には成膜が生ずることがなく、その透孔25内のみに選択的にWによる金属プラグを形成することができる。

【0043】また、この金属プラグ26をCuの選択CVDによって形成する場合においては、例えば原料ガスとして $Cu(HFA)_2/H_2$ を2/100sccmに混合して送り込み300℃、圧力2000Paによって形成することができる。

【0044】また、本発明においては、金属プラグ26と第2の配線24との間の間隙gを金属の熱収縮によって形成する方法を採ることができる。

【0045】この場合の一例を図10を参照して説明する。図10において図3～図5に対応する部分には同一符号を付して重複説明を省略する。

【0046】この場合においても図10Aに示すように図3A～図3Cで説明したと同様の方法を取って、絶縁膜22に透孔25を穿設する。

【0047】そして、この透孔25内に上述したと同様の例えばCuの選択CVDによって透孔25内にCuの金属プラグ26を形成する。

【0048】その後、高温すなわち最終的に温度検出を行う温度範囲よりも高い温度でかつモニタ基板21に対する耐熱温度より低い例えば900℃をもって加熱した状態で、ちょうど例えばCuの金属プラグ26が絶縁膜22の表面とほぼ同一平面を形成する状態となるようにする。つまり、この平面状態が得られるように金属プラグ26の例えばCu選択成膜の厚さを決める。

【0049】そして、この状態でこの金属プラグ26例えばCuと密着性が悪い SiO_2 膜等の絶縁層51と、さらにこれの上に第2の配線を形成する金属層33例えばW層を高温スパッタリングによって順次連続的に形成する。その後、この状態からの降温によって絶縁膜22については、これがその熱膨張率が小さく殆ど収縮しないのに比し、金属プラグはこれが収縮することによって図10Bに示すように金属層32と金属プラグとの間に間隙gが形成される。

【0050】そして、金属層33に対してフォトリソグラフィによって所定のパターン化を行って所要のパターンの第2の配線24を形成する。そして、これの上に必要に応じて SiO_2 等の表面保護膜27を被着形成す

る。

【0051】このようにすれば、図1で説明したと同様の間隙gが存在する温度センサ30を構成することができる。

【0052】したがって、この温度センサ30によれば、同様に例えば温度上昇によって絶縁膜22に比し、金属プラグ6が大きく熱膨張することによって間隙gが小となることによってトンネル電流の増加、静電容量の増大としてこれを検出することができる。

10 【0053】したがって、予め温度とトンネル電流との関係あるいは温度と静電容量との関係を測定しておくことによって、このトンネル電流あるいは静電容量の検出によって逆に温度測定を行うことができることになる。

【0054】また、この静電容量としての検出は、例えば絶縁膜として SiO_2 等を用い、金属プラグ26としてAlSiを用いる場合その熱膨張率は金属プラグは、絶縁膜の40倍であって、静電容量変化は1℃当り400の変化として測定することができるので充分感度の高い温度検出を行うことができる。

20 【0055】また、上述した本発明によれば、常温より温度上昇に対しての加熱温度について測定することができるが、冷却温度に対しての測定を行うこともできる。この場合においては例えば常温において間隙gのギャップ長が例えば0となるようにして温度降下によって金属プラグがより収縮することに伴うギャップ長の増大による静電容量の変化あるいはトンネル電流の変化を検出することによって冷却温度に対する温度測定を行うこともできる。

【0056】

30 【発明の効果】上述したように本発明においては、絶縁膜22を介し第1及び第2の配線23及び24を絶縁膜22に穿設して透孔25を通じて対向するようにし、絶縁膜22の透孔25内に一方の第1の配線23に電気的に連結する金属プラグ26を設け、これと第2の配線24との間の間隙gが温度変化によって変化することを静電容量あるいはトンネル電流の変化によってその温度を検出するようにしたので、その温度検出は高い精度をもって行うことができる。

【0057】また、この温度センサは、モニタ用の基板21に作りつける構成を採り得るので共通のモニタ基板21に対して多数の温度センサ30を同時に高密度に作りつけることができることから、正確にウェファの全域にわたっての温度分布を測定することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による温度センサの一例の略線の断面図である。

【図2】温度センサの基板上における配置の一例を示す上面図である。

【図3】本発明製法の一例の工程図(その1)である。

50 【図4】本発明製法の一例の工程図(その2)である。

【図5】本発明製法の一例の工程図(その3)である。

【図6】一製造工程での平面図である。

【図7】温度センサからの温度検出態様の一例を示すブロック図である。

【図8】本発明方法の他の例の説明に供する工程での略線的断面図である。

【図9】本発明方法の他の例の説明に供する工程での略線的断面図である。

【図10】本発明製法の他の例の製造工程図である。

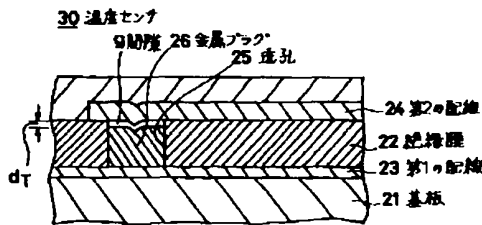
【図11】従来の温度センサの上面図である。

【図12】従来の温度センサの要部の略線的断面図である。

【符号の説明】

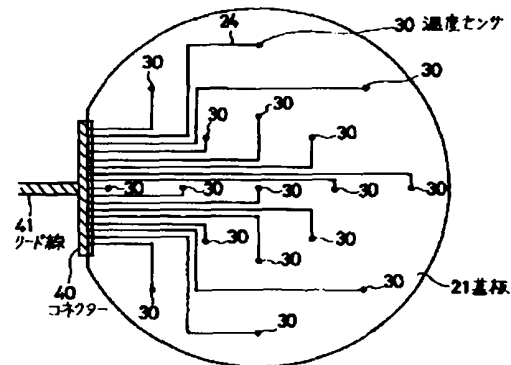
- 21 基板
- 22 絶縁膜
- 23 第1の配線
- 24 第2の配線
- 25 透孔
- 26 金属プラグ
- 10 30 温度センサ

【図1】



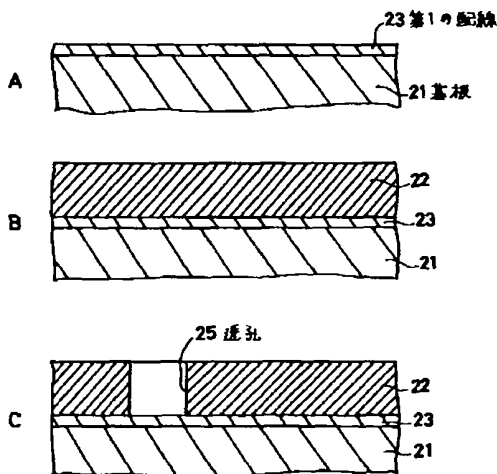
本発明温度センサの例の断面図

【図2】



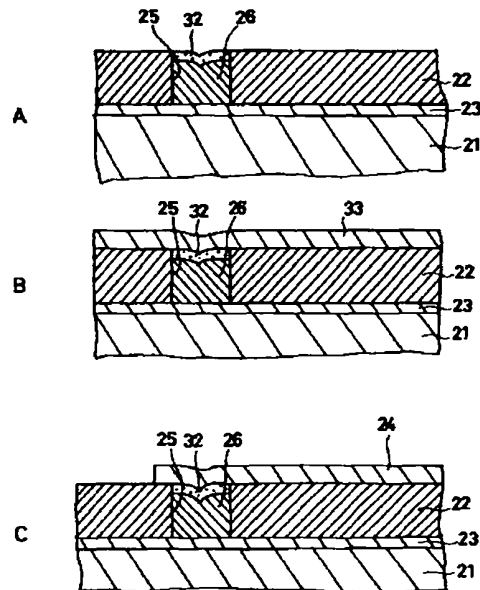
本発明温度センサの配置図

【図3】



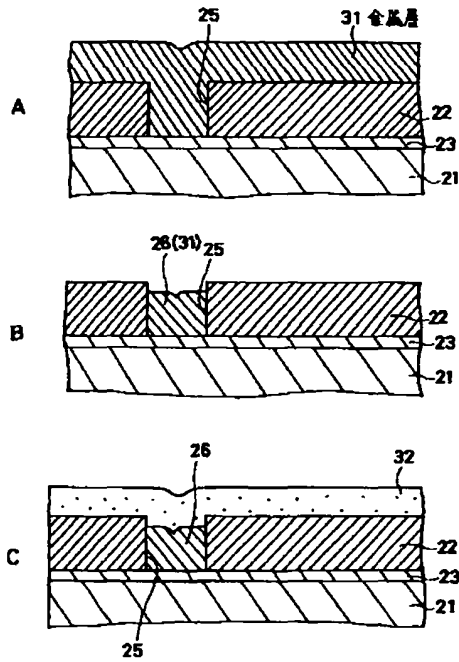
製造工程図(その1)

【図5】



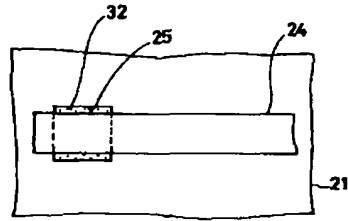
製造工程図(その3)

【図4】

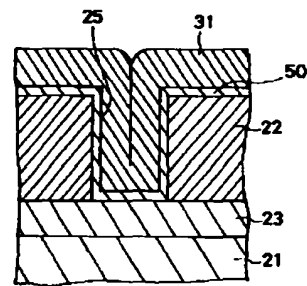


製造工程図(その2)

【図6】

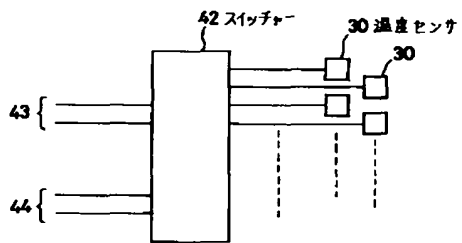


【図8】

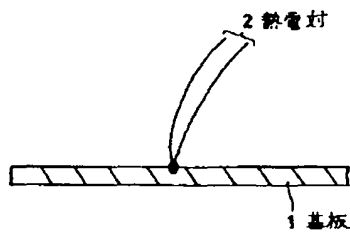


CUD法を用いた場合の作成プロセス

【図7】

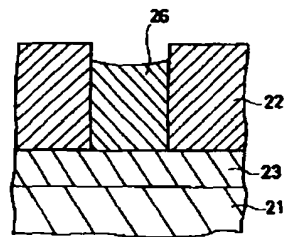


【図12】



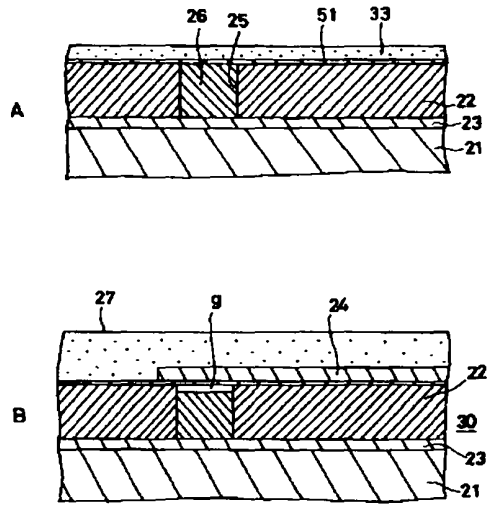
従来の温度センサの半部の断面図

【図9】



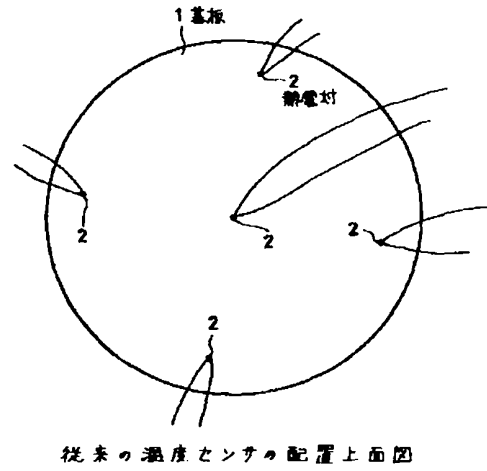
塵状CUD法を用いた場合の作成プロセス

【図10】



製造工程図

【図11】



従来の温度センサの配置上面図